Archive of SID

چهارمین همایش ملی
سامانه های سطوح آبگیر باران
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
انجمن علمی سیستم های سطوح آبگیر باران ایران
مشهد مقدس ۲۹-۲۸ بهمن ماه ۱۳۹۴

استفاده از حوضچه‌های تأخیری جهت تعدیل و کاهش حجم سیلاب با نرم‌افزار Storm and Sanitary Analysis (ASSA) و GIS

علی خواجه‌نصیری[۱]، حمید رضا گلکار حمزیی‌یزد[۲]، مجتبی طاوسی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس

۲- استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس

۳- استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس

چکیده

در حوضه‌های شهری با گسترش شهرنشینی و تغییر کاربری اراضی باعث افزایش سطوح نفوذناپذیر و در نتیجه تولید بیشتر حجم رواناب و افزایش دبی پیک سیلاب می‌شود. از روش‌های مدیریت رواناب شهری استفاده از روش توسعه کم (Low Impact Development) می‌باشد، که برای حفظ یا بازگرداندن شرایط هیدرولوژیکی طبیعی یک حوضه آبریز به حالت پیش از توسعه‌یافتگی می‌باشد. در تحقیق پیش‌رو عملکرد سیستم زهکش مسیل آب وبرق مشهد با مساحت ۱۵/۴ کیلومترمربع در نرم‌افزار ASSA با سه الگوی زمانی جریان یکنواخت، SCS تیپ دو و بلوک تناوبی ارزیابی شده است. برای کاهش خطا در محاسبات هیدرولوژیکی و هیدرولیک مجاری از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS استفاده شده است. با ارزیابی منطقه مورد مطالعه از نقطه نظر موقعیت مکانی، کاهش ریسک، بالا بردن ضریب ایمنی و مقایسه نتایج شبیه‌سازی شده الگوی بلوک تناوبی با تولید دبی خروجی ۴۲/۴۲ متر مکعب بر ثانیه به عنوان دبی طرح در خروجی حوضه در نظر گرفته شده است. برای تعدیل دبی سیلاب از حوضچه تاخیری بعنوان روش توسعه کم اثر با پیشنهاد سه مخزن در قالب ۲ سناریو صورت گرفته است. سناریو اول استفاده از مخزن شماره (۱و۲) و سناریو دوم شامل مخازن (۲و۳) می‌باشد. مقایسه نتایج شبیه‌سازی‌های صورت گرفته نشان داد نتایج سناریو اول، با استفاده از دو مخزن با ابعاد ۴×۹۰×۹۰ و ۴×۸۵×۸۵ متر مکعب دبی پیک سیلاب خروجی را ۳۶/۷ درصد کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی: راهکارهای بهینه مدیریتی، شبیه‌سازی دینامیکی بارش – رواناب، حوضچه‌های تأخیری، نرم‌افزار ASSA

[۱] نویسنده مسئول : علی خواجه نصیری Ali11934@gmail.com

www.SID.ir

۱. مقدمه

با توسعه شهری، سبب افزایش سطوح نفوذناپذیر و در نتیجه، تغییر شرایط هیدرولوژیکی طبیعی از جمله افزایش حجم رواناب‌های سطحی و همچنین کاهش کیفیت آن‌ها شده است. دیدگاه قدیمی در بحث مدیریت رواناب‌های شهری، شامل غیر قابل نفوذ کردن سطوح و افزایش ظرفیت کانال‌های انتقال آب به منظور جمع‌آوری سریع رواناب و انتقال آن به بیرون شهر و همچنین در نظر گرفتن رواناب به عنوان یک منبع غیر قابل استفاده است. این دیدگاه، در نهایت موجب افزایش هزینه های اجرای طرح و همچنین هدر دادن این منبع گران‌بها می‌شود (تجریشی، ۱۳۹۲). اما این امر، باعث افزایش حجم رواناب سطحی گردیده است، که این افزایش حجم همواره، سیستم زهکشی را دچار اختلال می‌نماید. که از آن جمله می‌توان به ایجاد اضافه‌بار و شرایط سیلابی در سیستم زهکشی و یا محل گره‌ها اشاره نمود. همچنین عدم طراحی صحیح، اشباع شدن سریع شبکه به علت توسعه شهری، عدم بهره‌برداری و نگهداری مناسب، باعث می‌شود که شبکه در اکثر موارد قادر به ایفای صحیح وظایف خود نبوده و با کوچکترین بارندگی خیابان‌ها و کوچه‌ها دچار آب‌گرفتگی شوند (تاج بخش و خداشناس، ۱۳۹۱). آب یکی از بحرانی‌ترین منابعی است که در سطح جهانی توجه خاصی به آن می‌شود. با توجه به رشد روز افزون جمعیت کشور و فشار و خطری که بر روی منابع آب و خاک وارد می‌شود و از سوی دیگر عدم وجود یک برنامه و طرح ریزی درست و مناسب برای استفاده بهینه از این منابع، مشکلات اساسی بوجود می‌آید که لازم است به آن توجه بیشتری شود و همچنین با توجه به اینکه کشور ما یک کشور خشک تا نیمه خشک است نیاز به برنامه‌ریزی محیطی در زمینه منابع آب می‌باشد و با توجه به اینکه هرز آب حاصل از بارندگی ذوب برف یکی از منابع عمده آبی است، در کشور ما جهت کمبود آب کشاورزی، صنعتی و آشامیدنی حائز اهمیت می‌باشد (شعبانلو، ۱۳۹۰). با توجه به تمام مسائل فوق، برای مواجه موفقیت آمیز با چالش های پیش روی مدیریت رواناب شهری، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، تغییر در نگرش و رویکردهای مدیریتی لازم به نظر می‌رسد.

آنچه در سال‌های اخیر در سطح دنیا در زمینه کاهش خسارات سیل و شیوه برخورد با رخداد سیلاب مشاهده می‌شود تغییر نگرش از مهار سیلاب به مدیریت سیلاب می‌باشد. اجزای این آموزه علمی در قالب "فعالیت عملیاتی و اجرایی" و به شکل صحیح آن، از ملزومات ضروری و پیشگیری و کاهش خسارات سیل در کشور می باشد (شفقتی و مقیمی، ۱۳۹۰). امروزه بسیاری از شهرهای مهم جهان، برای کاهش اثرات توسعه شهر خود بر کیفیت و کمیت رواناب، به مفهوم توسعه پایدار توجه کرده و از تکنولوژی‌های مدرن سبز مدیریتی، که شامل روش‌های بهینه مدیریتی (BMP) و روش‌های توسعه با حداقل اثرات جانبی (LID) هستند، بهره می‌گیرند. این تکنولوژی‌ها تقلید و بازسازی شرایط طبیعی حوزه، قبل از توسعه و عمران شهری را هدف قرار می‌دهند. در این روش‌ها، رواناب سطحی به سمت تاسیسات طبیعی علفکاری شده همچون جوی باغچه و قطعات گیاه کاری شده، هدایت می گردد تا با کاهش سرعت رواناب در آن ها، حجم بیشتری از آب باران به درون زمین نفوذ داده شود. مکان‌یابی دقیق این تاسیسات، منجر به کاهش اثرات نامطلوبی می‌شود که در اثر افزایش سطوح نفوذناپذیر، درمناطق توسعه یافته شهری است(Bay Area Storm water Management Agencies Association, 1999) .

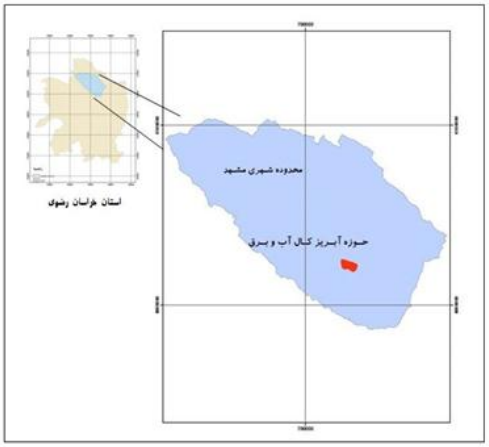
با توسعه ابزارهای نرم افزاری و سخت افزاری در سال‌های اخیر برای ارزیابی یک سیستم جمع‌آوری آب‌های سطحی مدل‌سازی آن را اجتناب ناپذیر می‌نماید. با توجه به پیچیدگی‌های موجود در سیستم‌های زهکشی رواناب شهری، در این تحقیق برای انجام محاسبات بارش-رواناب و ارزیابی عملکرد هیدرولیکی سیستم از مدل Autodesk Storm and Sanitary Analysis و GIS استفاده شده است.

www.SID.ir

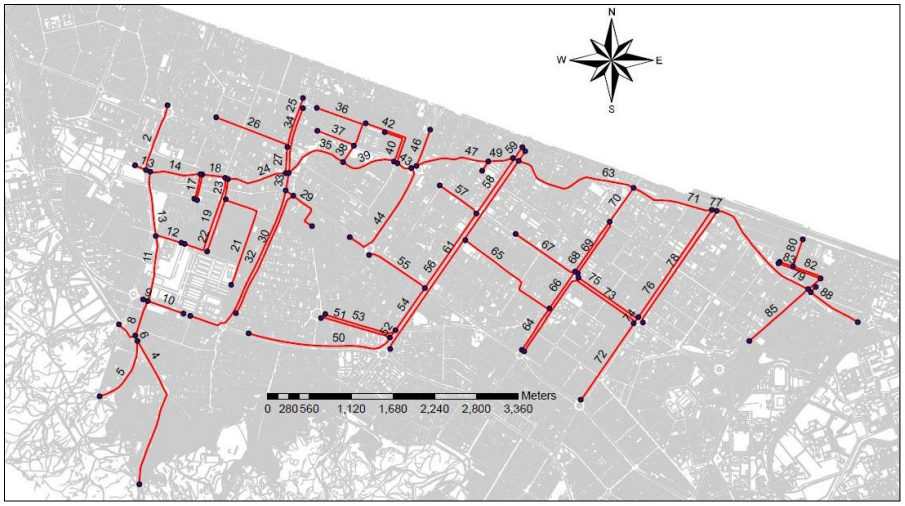
Archive of SID

۲. مواد وروش‌ها

محدوده مورد مطالعه حوضه آبریز مسیل آب و برق با مساحتی حدود ۱۵/۴ کیلومترمربع در قسمت شمالی منطقه ۹ شهرداری مشهد واقع می‌باشد(شکل۱). مسیر کانال‌های انتقال آب‌های سطحی موجود در سطح حوضه با استفاده از نقشه-های ۱:۵۰۰ تهیه شده از سازمان فناوری و اطلاعات و انجام بازدیدهای محلی مشخص گردیده است. شکل شماره ۲ شبکه آبراهه‌های جمع آوری سطحی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه (حوضه آبریز مسیل آب و برق)



شکل ۲: نقشه آبراهه مسیل آب و برق

۳. نرم افزار ASSA

ساختار این مدل مشابه اکثر مدل‌های هیدرولوژیکی بوده و در عین سادگی، پیشرفته است. در این مدل هر حوضه آبخیز به زیر حوضه‌های کوچکتر تقسیم شده و خصوصیات فیزیکی هر زیرحوضه، مشخصات زهکش زیرحوضه آبخیز و مشخصات بارش به عنوان اطلاعات ورودی به آن داده می‌شود. هر زیرحوضه آبخیز به عنوان مخزن غیر خطی شبیه‌سازی و سپس

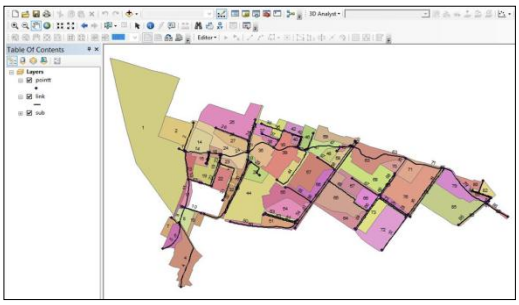
www.SID.ir

برای آن با توجه به مشخصات داده شده، یک هیدروگراف واحد محاسبه می‌شود. سپس این هیدروگراف تا نقطه خروجی حوضه آبخیز به صورت موج سینماتیکی روندیابی شده و در نهایت دبی خروجی از زیر حوضه تعیین می‌شود. یک مخزن خطی به منبعی اطلاغ می‌شود که میزان حجم و ذخیره آب در آن با دبی خروجی از مخزن رابطه خطی داشته باشد چنانچه نسبت میزان حجم آب ذخیره در طول زمان مشخص، به میزان جریان خروجی از آن مقدار ثابتی نباشد به آن مخزن غیر خطی اطلاغ می‌گردد(Choi & J.Ball, 2002).

۴. ساختار فایل ورودی به مدل

با توسعه ابزارهای نرم افزاری و سخت افزاری در سال‌های اخیر برای ارزیابی یک سیستم جمع‌آوری آب‌های‌های سطحی مدل‌سازی آن اجتناب ناپذیر می‌نماید. همچنین توسعه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS باعث گردیده که استفاده از این ابزار در مطالعاتی که به مکان و پارامترهای آن وابسته است روز به روز افزایش یافته و همچنین ابزارهایی که نرم افزارهای آن در اختیار می‌گذارند عملاً باعث افزایش دقت محاسبات بر مبنای یک سری اطلاعات پایه واحد می‌گردد. در روش سنتی برای معرفی زیرحوضه‌ها باید در صفحه کاری نرم افزار مدل به صورت دستی و با کمک موس مشابه حالت دیجیت کردن زیرحوضه‌ها را که همان واحدهای هیدرولوژیکی هستند تعریف می‌گردند. بدیهی است که در این روش به دلیل امکانات محدود نرم افزار دقت زیادی را نمی‌توان انتظار داشت (کرجی و همکاران، ۱۳۸۹). روش کار به این صورت است که واحدهای هیدرولوژیک توسط نرم‌افزارAutoCAD مشخص می‌شود(شکل ۳). در ادامه این نقشه با سه لایه Junction، Sub basin و Link در محیط ArcGIS فراخوانی شده و این سه لایه به فرمت Shape file تبدیل می‌گردد. در محیط GIS با اضافه کردن فیلد در سه Shape file فایل امکان این را فراهم می‌نماید که اطلاعاتی همچون کاربری اراضی، شیب حوضه، عمق اولیه، ارتفاع کف، شماره گره‌ها، شماره حوضه‌ها، درصد مساحت نفوذ ناپذیر، ضریب منینیگ و ... را وارد نمود. از دیگر قابلیت‌های GIS این امکان را فراهم می‌کند که با سرعت و دقت مناسب اطلاعات لازم از قبیل شیب، مساحت حوضه ، طول و عرض را محاسبه و به هر واحد هیدرولوژیکی الصاق نماید. در نهایت حوضه مورد نظر به ۸۸ زیر حوضه و شبکه زهکشی شامل ۸۹ گره و ۸۸ کانال می‌باشد (شکل۴). مرحله بعدی انتقال این اطلاعات به مدل و تهیه الگوی بارش می‌باشد.

شکل ۳: ترسیم حوضه بندی در AutoCAD



شکل ۴: فرخوانی اطلاعات از AutoCAD و تهیه Shape

۵. الگو توزیع زمانی بارش

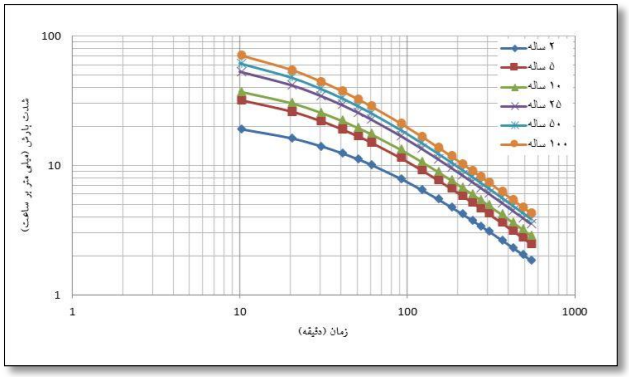
نخستین گام در برآورد سیلاب طراحی، انتخاب بارش طراحی است. بارش طراحی که پایه سیلاب طراحی است با ویژگی‌هایی مشخص می‌شود که از جمله مهم‌ترین این ویژگی‌ها توزیع زمانی بارندگی است. بارش طراحی دارای شدت ثابت و یکنواخت نیست و در عمل در طول مدت وقوع بارندگی دارای شدت‌های مختلف است. برای تعیین شدت باران طرح

www.SID.ir

باید از یک الگوی مناسب استفاده کرد که این الگو چگونگی ریزش باران طی زمان بارندگی را تعیین می‌کند و آن را اصطلاحا توزیع زمانی یا الگوی زمانی باران طراحی می‌نامند (لشنی زند، ۱۳۷۹). در این مطالعه از روش‌های توزیع یکنواخت بارش، ، بلوک‌های تناوبی و SCS تیپ دو و دوره بازگشت ۲۵ ساله مورد بررسی قرار می‌گیرند.

-جریان یکنواخت

از جایی که شدیدترین سیلاب از بارانی ناشی می شود که تداوم آن برابر زمان تمرکز حوضه آبریز باشد و زمان تمرکز یک پارامتر فیزیکی بوده که مقدار آن برای هر حوضه متفاوت است لذا اگر بخواهیم در یک منطقه مقدار سیلاب را برای حوضه‌های مختلف محاسبه کنیم می‌بایست حداکثر شدت بارندگی را در تداوم‌هایی که مقدار آن برابر زمان تمرکز حوضه باشد در دست داشته باشیم بدین جهت داشتن رابطه یا نموداری که از روی آن بتوان به ازاء تداوم‌های مختلف مقدار شدت بارندگی را تخمین زد الزامی است (سلوکی، ۱۳۹۲). این توابع و نمودارها که بر اساس داده‌های موجود استخراج شده‌اند به نحوی ارائه شده است که مقادیر شدت بارندگی را در تداوم‌هایی از ۱۰ دقیقه تا ۱۰ ساعت و در دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ سال بدست می‌دهند(شکل۵). با توجه به زیاد بودن زیر حوضه‌ها و نزدیک بودن زمان‌های تمرکز، زیر حوضه‌ها را به ۵ دسته زمانی تقسیم و به هر زیر حوضه اختصاص می‌یابد.



شکل ۵: نمودار شدت – مدت -فراوانی شهر مشهد[۲]

-بلوک تناوبی

روش کار بدین صورت است که با استفاده از منحنی‌های IDF، میزان بارندگی در تداوم‌های ۱۰ دقیقه تا ۶ ساعت تعیین و میزان بارش در هر گام زمانی منتخب با بلوک‌های بارش محاسبه می‌گردد. سپس بزرگترین بلوک بارندگی در ساعت ۳ (یکدوم تداوم بارش) قرار داده شده، بلوک‌های بعدی به ترتیب بزرگی ابتدا بعد از بزرگترین بلوک و سپس قبل از آن قرار داده می‌شوند و این کار تا جایگذاری کلیه بلوک‌های بارش ادامه می‌یابد(Chow, 1964).

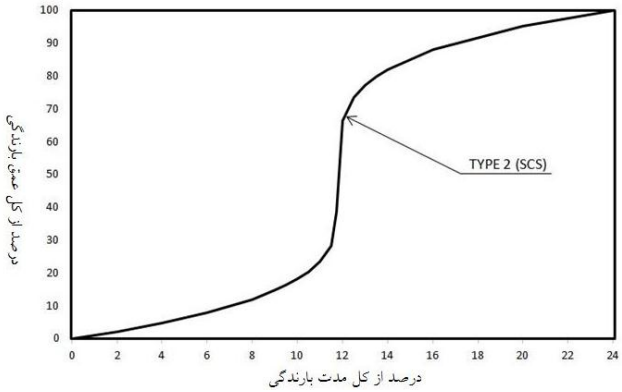
-روش SCS II

الگوی تیپ پیشنهادی برای بارندگی‌های ۲۴ ساعته که برای محاسبه هیدروگراف سیلاب‌های بسیاری از حوضه‌های درون شهری و برون‌شهری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، در نمودار شکل ۶ ارائه شده است. الگوی مزبور توسط دفتر حفاظت خاک ایالات متحد آمریکا تهیه شده است(USDA, SCS, 1973).

.

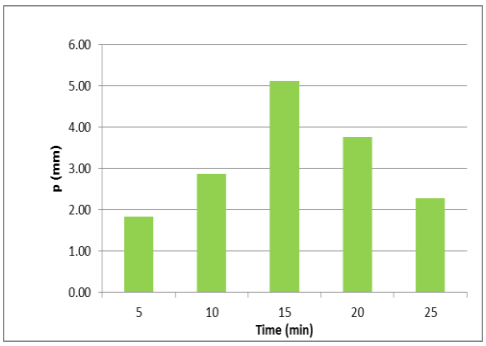
[2] Intensity Duration Frequency

www.SID.ir

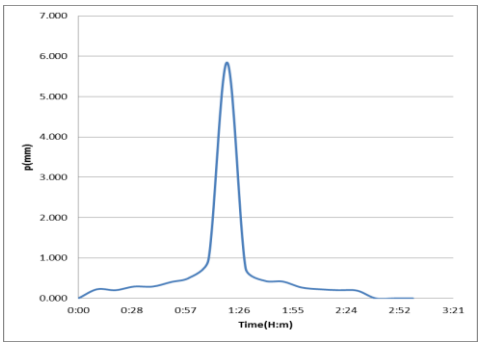


شکل ۶: الگوی تیپ ۲ بارندگی ۲۴ساعته

در شکل ۷، توزیع بارش زمانی روش‌های بلوک تناوبی و SCS II آورده شده است.



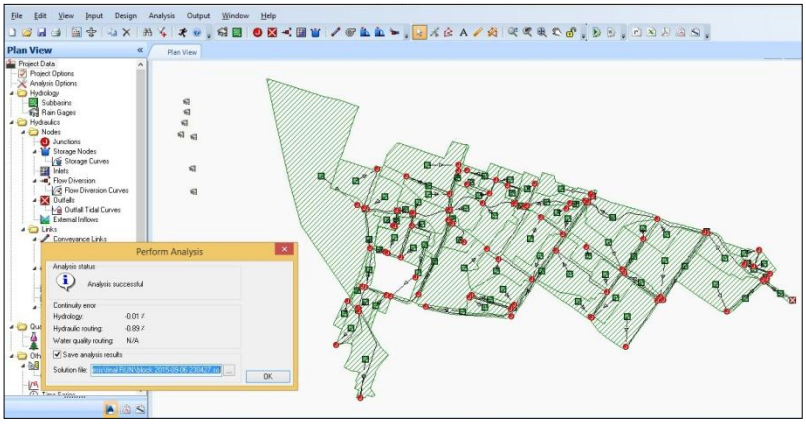
الف



الف

شکل ۷: توزیع بارش زمانی الف: SCS II ب: روش بلوک تناوبی

پس از فراخوانی Shape file فایل‌ها در نرم افزار ASSA و نیز ورود اطلاعات بارش، شبیه‌سازی صورت گرفت (شکل ۸) و نتایج حاصل در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود. روش بلوک تناوبی را با توجه به تولید حداکثر دبی طرح می‌توان به عنوان روشی مطمئن جهت تعیین زمان وقوع اوج رگبار در منطقه مورد استفاده قرار داد. در این مطالعه جهت ارزیابی نفوذ، از روش هورتن که این پدیده در سال ۱۹۳۹ میلادی ارائه شده و امروزه نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد استفاده شده است(McCuean, 1989).



www.SID.ir

شکل ۸: شبیه‌سازی مسیل آب و برق مشهد در محیط نرم افزارASSA

جدول ۱ دبی طرح حوضه آبریز با الگوهای مختلف بارش

روش	دبی خروجی حوضه (مترمکعب بر ثانیه)
زمان تمرکز هر زیر حوضه	۲۸/۱۷
بلوک تناوبی	۴۲/۴۲
II SCS	۱۹/۳۸

۶. حوضچه کنترل سیلاب

یکی از روش‌های تعدیل شدت سیلاب‌ها استفاده از حوضچه‌های کنترل سیلاب است. ذخیره سازی و مهار سیلاب در بخش‌های علیای حوضه‌ها معمولا با احداث سدهای کنترل سیلاب و سدهای چند منظوره‌ای صورت می‌گیرد که بخشی از مخزن آن‌ها به امر کنترل طغیان‌ها اختصاص می‌یابد، ولی در مناطق مسطح و دشت‌ها معمولا امکان احداث سدهای مزبور وجود ندارد و از این رو می‌توان ذخیره‌سازی سیلاب در حوضچه‌ها و استخرهای مصنوعی و یا انحراف جریان سیلابی به داخل گودی‌های طبیعی را مورد توجه قرار داد (ICOLD, 1973). محل استقرار و احداث این‌گونه استخرها غالبا در اراضی کم اهمیت و غیر حیاتی شهری نظیر پارک‌ها، میادین ورزشی، تفرجگاه‌ها، پارکینگ‌ها و امثالهم و یا در طول معینی از مسیر سیلاب‌روها و مسیل‌ها انتخاب می‌شود. تمامی یا بخشی از نقاط گود و فروافتاده اماکن مزبور، از شرایط بالقوه مناسبی برای احداث حوضچه برخوردارند. با توجه به عمل ذخیره‌سازی سیلاب در داخل حوضچه‌های مزبور می‌توان از شدت بار هیدرولوژیکی سیلاب‌ها بر شبکه جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی کاست و نتیجتاً سیستم مناسب‌تر و اقتصادی‌تری را برای این کار در نظر گرفت (Stephenson, 1981).

مدل‌سازی مخزن در نرم‌افزار ASSA در سه محل مناسب ابتدا با توجه به شرایط منطقه‌ای مکان‌یابی شد که این مخازن در موقعیت‌های ۱. بلوار صارمی بین سرو و رحیم‌زاده، ۲.گلشن ۶ و ۳. چهارراه صیاد شیرازی که جهت تاثیر این مخازن در دبی خروجی مسیل آب و برق و قرار دادن مساحت‌های متفاوت دو سناریو تعریف شد. در سناریو اول از دو مخزن شماره (۱ و۲) و در سناریو دوم مخزن شماره (۲ و ۳) مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. در شکل ۹ موقعیت مخازن نشان داده شده است.

شکل ۹: موقعیت مخازن تعدیل سیلاب

برای تعیین نحوه استهلاک و تعدیل سیلاب در حوضچه باید علاوه بر مشخصات هیدروگراف ورودی و خصوصیات فیزیکی حوضچه، ابعاد و ویژگی‌های هیدرولیکی سازه‌های خروجی از مخزن معلوم و مشخص گردد. مجاری خروجی حوضچه‌ها غالباً شامل یک مجرای آزاد یا مستغرق شونده تحتانی (روزنه) و یک سرریز آزاد است (Streeter & Wylie, 1981).

www.SID.ir

با توجه به مطالب فوق شبیه‌سازی مخازن تعدیل سیلاب در نرم افزار ASSA با فرآیند سعی و خطا صورت گرفته است. این مخازن خاکی با پوشش ژئوممبران در نظر گرفته شده است و برآورد هزینه احداث آن با فهرست بهای آبیاری و زهکشی سال ۹۳ و جهت هزینه‌های اجرایی تاسیسات در ضریب ۱/۵ طبق آیتم‌های ساخت مخزن خاکی با پوشش ژئوممبران برآورد گردیده است.

۷. نتیجه‌گیری

شبیه‌سازی سناریو اول برای مخزن شماره ۱ (بلوار صارمی بین سرو و رحیم‌زاده) و مخزن شماره ۲ (گلشن ۶) انجام گرفت که با در نظر گرفتن ابعاد متفاوت احجام حوضچه، اوریفیس و سرریز با توجه به دبی خروجی قبل توسعه و بعد از توسعه، ارزیابی شده است(جدول ۳). شبیه‌سازی سناریو شماره ۲ برای دو مخزن شماره ۲(گلشن ۶) و شماره ۳ (چهار راه صیاد شیرازی) با ابعاد متفاوت صورت گرفت که نتایج حاکی از شبیه‌سازی‌ها نشان داد با توجه به حجم کوچک مخزن شماره ۳، تاثیری بر روی دبی سیلاب خروجی نسبت به زمان قبل توسعه نداشته است(جدول ۴).

جدول ۲ مدل‌سازی سناریو ۱ با دو مخزن شماره ۱ و ۲ با احجام مختلف

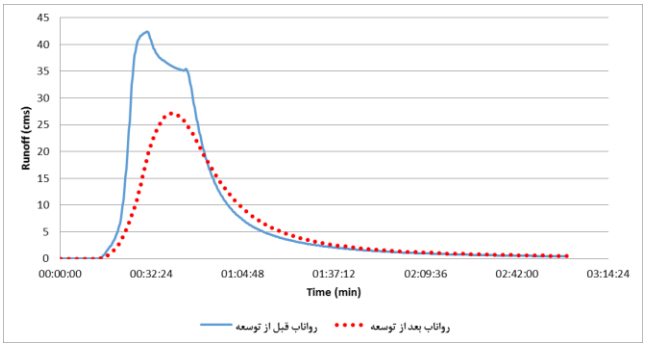
شبیه سازی	شماره مخزن	حجم مخزن (متر مکعب)	شکل اریفیس	ارتفاع اریفیس (متر)	قطر اریفیس (متر)	ارتفاع تاج سر ریز (متر)	طول تاج سرریز (متر)	درصد کاهش سیلاب	هزینه ساخت (میلیارد ریال)
۱	۱	۴×۹۰×۹۰	لوله	تراز کف	۱	۳	۱	۳۶.۰۷	۶.۹۶
	۲	۴×۸۵×۸۵	لوله	تراز کف	۱	۳	۱		
۲	۱	۳.۵×۸۵×۸۵	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱	۲۸.۰۵	۵.۹۷
	۲	۳.۵×۸۰×۸۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱		
۳	۱	۳.۵×۸۵×۸۵	لوله	تراز کف	۱	۳	۱	۲۴.۸۵	۴.۸
	۲	۳.۵×۶۰×۶۰	لوله	تراز کف	۱	۳	۱		
۴	۱	۳.۵×۶۰×۶۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱	۱۷.۶۸	۲.۸۲
	۲	۳.۵×۵۰×۵۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱		
۵	۱	۳.۵×۵۰×۵۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱	۱۲.۴۵	۱.۶۵
	۲	۳.۵×۳۰×۳۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱		

جدول ۳ مدل‌سازی سناریو ۲ با دو مخزن شماره ۲ و ۳ با احجام مختلف

شبیه سازی	شماره مخزن	حجم مخزن (متر مکعب)	شکل اریفیس	ارتفاع اریفیس (متر)	قطر اریفیس (متر)	ارتفاع تاج سر ریز (متر)	طول تاج سرریز (متر)	درصد کاهش سیلاب	هزینه ساخت (میلیارد ریال)
۱	۲	۳.۵×۸۰×۸۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱	۲۷.۴۶	۵.۹۷
	۳	۳.۵×۸۵×۸۵	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱		
۲	۲	۳.۵×۸۵×۸۵	لوله	تراز کف	۱	۳	۱	۲۰.۰۸	۴.۸۰
	۳	۳.۵×۶۰×۶۰	لوله	تراز کف	۱	۳	۱		
۳	۲	۳.۵×۸۰×۸۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱	۱۸.۳۹	۴.۴۶
	۳	۳.۵×۶۰×۶۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱		
۴	۲	۴×۸۰×۸۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳.۵	۱.۵	۱۴.۴۳	۳.۲
	۳	۴×۲۰×۲۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳.۵	۱.۵		
۵	۲	۴×۶۰×۶۰	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱	۹.۴۳	۲.۱
	۳	۴×۲۵×۲۵	لوله	تراز کف	۰.۶	۳	۱		

www.SID.ir

با مقایسه نتایج، بهترین شبیه‌سازی شامل سناریو ۱ و مربوط به انتخاب مخزن شماره ۱ با ابعاد ۴×۹۰×۹۰ متر مکعب و مخزن شماره ۲ با ابعاد ۴×۸۵×۸۵ متر مکعب می‌باشد که دبی خروجی را ۳۶/۰۷ درصد کاهش می‌دهد. هیدروگراف خروجی در مسیل آب و برق با توجه به ابعاد نهایی انتخاب شده با دوره بازگشت ۲۵ ساله برای احداث دو مخزن شماره یک و دو با ابعاد ۶ ×۱۳۰×۱۳۰ متر مکعب و ۶ × ۱۰۰ × ۱۰۰ متر مکعب در شکل ۹ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود زمان دبی پیک قبل و بعد از احداث مخازن با یک تأخیر مواجه است.



شکل ۹: هیدروگراف رواناب در خروجی مسیل آب و برق با احداث دو مخزن تعدیل سیلاب

با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق می‌توان گفت استفاده تلفیقی از حوضچه و کانال می‌تواند جایگزین خوبی برای کانال‌هایی با ابعاد بزرگ و پر خطر شود و هزینه زیادی را صرفه‌جویی می‌نماید.

۹. مراجع

[۱] تجریشی،م (۱۳۹۲) "کارگاه تخصصی ضوابط و معیارهای طراحی روش‌های نوین جمع آوری و مدیریت روناب‌های سطحی شهری" مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران

[۲] تاج بخش و خداشناس (۱۳۹۱) "نشریه دانش آب و خاک / جلد ۲۲ شماره ۱"

[۳] شعبانلو (۱۳۹۰) " چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران"

[۴] شفقتی و مقیمی (۱۳۹۰) " چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران"

[۵] "Design Guidance Manual for Stormwater quality protection; Start at the Source";
Bay Area Stormwater Management Agencies Association, 1999.

[۶] Choi, K. & J.Ball. 2002. Parameter estimation for urban runoff modeling, Urban Water 4 (2002)

[۷] کرجی و همکاران (۱۳۸۹) " کنفرانس ملی مدیریت سیلاب‌های شهری تهران"

[۸] لشنی زند (۱۳۷۹) "مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان. ص.۲۱۰"

[۹] سلوکی.ج (۱۳۹۲) "پنجمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران"

[۱۰] Chow, V. T., 1964, "Handbook of Applied Hydrology", McGraw-Hill.
Chow, V., T., Maidment, D., R., & Mays, L., 1988, "Applied Hydrology", McGraw-Hill.

[۱۱] USDA, SCS, 1973, A Method for Estimating Volume & Rate of Runoff in Small Watersheds, Technical Paper 149, April

[۱۲] McCuean, R.H., 1989, Hydrologic Analysis & Design, Prentice – Hall Inc
Linsley, R.k., et al, 1949, Appllied Hydrology, McGraw Hill

[۱۳] ICOLD, 1973, "Nile regime, Design Floods & Operation Rules of the High Aswan Dam, "in Proceedings of 11th congress, Q 41, R22

www.SID.ir

Archive of SID

[۱۴] Stephenson, D., 1981, Storm Water Hydrology & Drainage, Development in Water Science #14, Elsevier Publishers.
[۱۵] Streeter, V.L., & E.B. Wylie, 1981, Fluid Mechanics, McGraw Hill

www.SID.ir